

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application : PHILIPPE LE HELLEY, ET AL.
Application No. :
Filed : Herewith
For : SYSTEM AND METHOD OF CONTROLLING PRESSURE
OSCILLATIONS OF HYDRODYNAMIC ORIGIN FOR A SOLID
PROPELLANT THRUSTER
Attorney's Docket : BDL-433XX

Group Art Unit:

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Mail Stop Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on _____.

By _____

Charles L. Gagnebin III
Registration No. 25,467
Attorney for Applicant(s)

PRIORITY CLAIM UNDER RULE 55

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date in France of a patent application corresponding to the above-identified application is hereby claimed under Rule 55 and 35 U.S.C. 119 in accordance with the Paris Convention for the Protection of Industrial Property. This benefit is claimed based upon a corresponding French patent application bearing serial no. 02 11301 filed September 12, 2002; a certified copy of which is attached hereto.

Respectfully submitted,

PHILIPPE LE HELLEY, ET AL.

By _____

Charles L. Gagnebin III
Registration No. 25,467
Attorney for Applicant(s)

WEINGARTEN, SCHURGIN,
GAGNEBIN & LEBOVICI LLP
Ten Post Office Square
Boston, Massachusetts 02109
Telephone: (617) 542-2290
Telecopier: (617) 451-0313

Date: 8-27-3

CLG/mc/295245-1
Enclosure

- 1 -

Express Mail Number

EV 044749058 US



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 12 JUIN 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

pag 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 300301

<div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: small;">Réservé à l'INPI</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> REMISE DES PIÈCES DATE 12 SEPT 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0211301 DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 12 SEP. 2002 </div> <div style="width: 5%; text-align: center;">1</div> <div style="width: 50%;"> NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET BEAU DE LOMENIE 158, rue de l'Université 75340 PARIS CEDEX 07 </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;"> Vos références pour ce dossier <i>(facultatif)</i> 1H272700/646.PL.D </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> Confirmation d'un dépôt par télécopie <div style="float: right;"> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <div style="display: flex;"> <div style="width: 35%; background-color: #cccccc; padding: 2px;">2 NATURE DE LA DEMANDE</div> <div style="width: 65%; background-color: #cccccc; padding: 2px;">Cochez l'une des 4 cases suivantes</div> </div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 35%; padding: 2px;">Demande de brevet</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="width: 55%;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Demande de certificat d'utilité</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Demande divisionnaire</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; text-align: right;"><i>Demande de brevet initiale</i></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">N°</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">Date </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; text-align: right;"><i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">N°</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">Date </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">N°</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">Date </td> </tr> </table> </div>	Demande de brevet	<input checked="" type="checkbox"/>		Demande de certificat d'utilité	<input type="checkbox"/>		Demande divisionnaire	<input type="checkbox"/>		<i>Demande de brevet initiale</i>	N°	Date 	<i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>	N°	Date 	Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>	<input type="checkbox"/>			N°	Date
Demande de brevet	<input checked="" type="checkbox"/>																					
Demande de certificat d'utilité	<input type="checkbox"/>																					
Demande divisionnaire	<input type="checkbox"/>																					
<i>Demande de brevet initiale</i>	N°	Date 																				
<i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>	N°	Date 																				
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>	<input type="checkbox"/>																					
	N°	Date 																				
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) <div style="text-align: center; font-size: large;"> Système et procédé de contrôle des oscillations de pression d'origine hydrodynamique pour propulseur à propergol solide </div> </div>																						
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Pays ou organisation</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>Date </td> <td style="text-align: right;">N°</td> </tr> <tr> <td>Pays ou organisation</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Date </td> <td style="text-align: right;">N°</td> </tr> <tr> <td>Pays ou organisation</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Date </td> <td style="text-align: right;">N°</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» </td> </tr> </table>	Pays ou organisation		Date 	N°	Pays ou organisation		Date 	N°	Pays ou organisation		Date 	N°	<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»								
Pays ou organisation																						
Date 	N°																					
Pays ou organisation																						
Date 	N°																					
Pays ou organisation																						
Date 	N°																					
<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»																						
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 5 DEMANDEUR </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <input checked="" type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» </div>																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 35%; padding: 2px;">Nom ou dénomination sociale</td> <td style="padding: 2px;">SNECMA PROPULSION SOLIDE</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Prénoms</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Forme juridique</td> <td style="padding: 2px;">Société Anonyme</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">N° SIREN</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Code APE-NAF</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table>	Nom ou dénomination sociale	SNECMA PROPULSION SOLIDE	Prénoms		Forme juridique	Société Anonyme	N° SIREN		Code APE-NAF													
Nom ou dénomination sociale	SNECMA PROPULSION SOLIDE																					
Prénoms																						
Forme juridique	Société Anonyme																					
N° SIREN																						
Code APE-NAF																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="3" style="width: 10%; padding: 2px; text-align: center; vertical-align: middle;">Adresse</td> <td style="width: 25%; padding: 2px;">Rue</td> <td style="padding: 2px;">Les Cinq Chemins</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Code postal et ville</td> <td style="padding: 2px;">31318 LE HAILLAN</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Pays</td> <td style="padding: 2px;">FRANCE</td> </tr> </table>	Adresse	Rue	Les Cinq Chemins	Code postal et ville	31318 LE HAILLAN	Pays	FRANCE															
Adresse		Rue	Les Cinq Chemins																			
		Code postal et ville	31318 LE HAILLAN																			
	Pays	FRANCE																				
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 35%; padding: 2px;">Nationalité</td> <td style="padding: 2px;">Française</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">N° de téléphone <i>(facultatif)</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">N° de télécopie <i>(facultatif)</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Adresse électronique <i>(facultatif)</i></td> <td></td> </tr> </table>	Nationalité	Française	N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		Adresse électronique <i>(facultatif)</i>															
Nationalité	Française																					
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>																						
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>																						
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>																						

**BREVET D'INVENTION
 CERTIFICAT D'UTILITÉ**
REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
 page 2/2

R2

Réservé à l'INPI	
REMISE DES PIÈCES	
DATE	12 SEPT 2002
LIEU	75 INPI PARIS
N° D'ENREGISTREMENT	0211301
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

DB 540 W / 300301

Vos références pour ce dossier : (facultatif)		1H27270/646 .PLD
6 MANDATAIRE		
Nom		
Prénom		
Cabinet ou Société		CABINET BEAU DE LOMENIE
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		
Adresse	Rue	158, rue de l'Université
	Code postal et ville	75 340 PARIS CEDEX 07
N° de téléphone (facultatif)		01.44.18.89.00
N° de télécopie (facultatif)		01.44.18.04.23
Adresse électronique (facultatif)		
7 INVENTEUR (S)		
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée
8 RAPPORT DE RECHERCHE		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI
Jean-Jacques JOLY CPI N° 92-1123 		

Domaine de l'invention

5 L'invention concerne le domaine des propulseurs à propergol solide et, plus particulièrement, le contrôle des oscillations de pression d'origine hydrodynamique rencontrées dans ce type de propulseur.

Art Antérieur

10

Lors de la conception d'un propulseur à propergol solide, il faut en général dimensionner le chargement de propergol de façon à ce qu'il produise la loi de débit ou de poussée désirée qui est définie par des études préalables du système complet du propulseur comme dans le cas
15 d'un missile ou d'un lanceur.

Le débit et la poussée étant dépendants de l'évolution géométrique de la surface de combustion au cours du temps, les lois à réaliser ne peuvent le plus souvent être obtenues qu'avec des formes de chargement complexes, la forme élémentaire d'un canal central d'éjection des gaz de
20 combustion étant inadaptée.

Les formes particulières des chargements de propergol sont obtenues dans certains cas par ajout de motifs bidimensionnels comme des cannelures circonférentielles réparties le long du canal d'éjection des gaz. Dans d'autres cas, elles sont tridimensionnelles comme des motifs de
25 forme étoilée. Des conditions particulières liées aux très gros propulseurs du type de ceux utilisés comme boosters de lanceurs spatiaux, conduisent de plus à réaliser le chargement en plusieurs blocs (segments). Dans ce dernier cas, il est fréquent que les faces avant et arrière des blocs soient totalement ou partiellement inhibées par des protections thermiques
30 appropriées qui ne seront pas consommées aussi rapidement que le



propergol et constitueront des obstacles à l'écoulement dans le canal d'éjection.

La complexité géométrique de la forme initiale des blocs et l'éventuelle présence de protections thermiques de face se traduisent par des irrégularités géométriques diverses, telles que des angles vifs ou des obstacles dépassant dans le canal d'éjection des gaz de combustion. Ces irrégularités entraînent des détachements tourbillonnaires du flux d'écoulement qui sont sources d'instabilités. Des détachements tourbillonnaires sont aussi observés directement à la surface de combustion du propergol dans certains propulseurs ayant un rapport longueur/diamètre élevé. Ils contribuent de la même manière aux instabilités longitudinales observées dans le propulseur.

Ces instabilités se traduisent par des oscillations de pression qui peuvent avoir différentes origines et se caractériser par l'excitation de modes acoustiques de différentes natures (modes longitudinaux, tangentiels, radiaux ou de cavité). Les instabilités hydrodynamiques conduisent en général aux modes longitudinaux. Les autres modes sont excités par d'autres phénomènes.

Les phénomènes d'oscillations de pression dans le moteur conduisent à des oscillations de poussée. Celles-ci entraînent des charges dynamiques sur la charge utile du lanceur qui peuvent lui être nuisibles. Dans certains cas, il est possible de limiter le niveau des oscillations de pression en intervenant sur la géométrie interne des moteurs.

Une première solution connue pour des propulseurs consiste à créer une striction dans l'écoulement des gaz de combustion en réduisant la surface de passage des gaz au niveau d'un anneau disposé dans le propulseur. Cette striction a pour but de limiter ou bloquer la remontée des ondes acoustiques dans l'écoulement. Cependant, la présence de la striction dans l'écoulement entraîne un gradient de pression important dans le propulseur, ce qui nécessite de renforcer la structure au niveau du

fond avant du propulseur. Une telle modification conduit à une augmentation de la masse du propulseur qui, pour des moteurs de grandes dimensions, devient pénalisant. De plus, on a montré que ce type de contrôle d'un mode acoustique "basse fréquence" (fondamental) 5 pouvait s'accompagner de l'excitation de modes acoustiques supérieurs (deuxième et troisième modes acoustiques) induits par les sous-cavités créées par le diaphragme.

Une autre solution connue consiste à optimiser la géométrie interne du moteur (forme du chargement et du canal, distance du bloc à la 10 tuyère, éléments de structure) grâce à des essais successifs en tenant compte des contraintes générales du moteur.

Un premier exemple d'une telle solution est décrit dans la demande de brevet français FR 2 764 645 qui concerne les propulseurs incluant un chargement à propergol solide segmenté en deux blocs au moins pour 15 lesquels un profil de chargement à grande surface de combustion est requis sur une partie de l'extension longitudinale du moteur. La solution proposée dans ce document est de reculer le profil de chargement à grande surface, habituellement placé à l'avant du moteur, vers une partie intermédiaire du chargement. Cependant, cette solution présente 20 l'inconvénient de ne pas reposer sur un principe physique et nécessite de ce fait des essais pour sa mise au point et pour en valider l'efficacité, ce qui entraîne des coûts et des temps de développement importants à chaque conception de moteur. Cette solution ne peut donc pas être appliquée à un moteur existant pour lequel on cherche à réduire le niveau 25 des oscillations de pression. De plus, elle se limite à un domaine restreint de moteurs, à savoir les moteurs à chargement de propergol segmenté. D'autre part, la technique employée risque de générer des oscillations de pression à des fréquences plus élevées que celles des premiers modes acoustiques longitudinaux qui sont nuisibles au bon fonctionnement du



moteur. Enfin, ce type de solution dégrade l'indice constructif par la nécessité d'augmenter la masse des protections thermiques internes.

Un second exemple décrit dans la demande de brevet russe RU 2 147 342 concerne les moteurs dans lesquels le chargement présente
5 une face extrême située à distance du fond arrière du moteur. Une manchette élastique entoure la périphérie du chargement au voisinage de la face extrême aval. Selon la technique préconisée dans ce document, la face extrême aval est écartée de la tuyère d'une distance allant de 4 à 16 fois l'épaisseur de propergol à brûler, la manchette ayant un diamètre de
10 0.7 à 0.9 fois le diamètre maximal du chargement. Toutefois, de même que précédemment, cette solution est limitée à un type de moteurs spécifique, c'est à dire les moteurs dont le chargement ne remplit pas la voûte arrière et présente une face extrême côté tuyère, une manchette étant disposée en périphérie de cette face. Dans certains cas,
15 l'éloignement optimum et le diamètre de la manchette sont à régler par des essais. Dans tous les cas, l'éloignement requis entre le bloc de propergol et la tuyère entraîne un allongement de la structure qui doit être compatible avec les contraintes générales du moteur et, par conséquent, entraîne une dégradation des performances du fait d'une surcharge de
20 structure importante.

En résumé, les solutions antérieures sont limitées à des domaines d'application restreints et ne peuvent pas être mises en œuvre sur des propulseurs existants. Elles ne s'intéressent qu'au contrôle des modes longitudinaux. De plus, elles peuvent entraîner l'apparition d'instabilités à
25 des fréquences élevées tout en dégradant inévitablement les indices constructifs par adjonction de masses sur l'ensemble du moteur.

Objet et description succincte de l'invention

La présente invention vise à remédier aux inconvénients précités et à réaliser un système de contrôle passif pour réduire les oscillations de pression d'origine hydrodynamique dans un propulseur à propergol solide sans entraîner de modifications majeures sur le propulseur et sans en altérer les performances.

Ces buts sont atteints grâce à un système de contrôle passif des oscillations de pression d'origine hydrodynamique dans un propulseur à propergol solide comprenant un corps renfermant un chargement de propergol solide, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un insert disposé dans le corps du propulseur transversalement par rapport à un canal d'écoulement des gaz de combustion ménagé dans le chargement de propergol solide, ledit insert comprenant une ouverture de forme non axisymétrique de manière à générer un effet tridimensionnel sur l'écoulement pour empêcher la formation de modes tourbillonnaires axisymétriques dans le propulseur.

Par conséquent, avec le système de contrôle de l'invention, un insert présentant une ouverture de forme non axisymétrique est placé sur le trajet du flux d'écoulement pour créer sur celui-ci un effet tridimensionnel qui va briser la symétrie du flux et ainsi empêcher la formation de tourbillons axisymétriques sources de l'instabilité que la présente invention cherche à maîtriser.

L'effet tridimensionnel généré par l'insert peut être mis en œuvre pendant toute la durée du tir ou à partir d'un instant donné du tir. Dans ce dernier cas, l'ouverture non axisymétrique de l'insert est provisoirement masquée en début de tir pour apparaître ensuite dans l'écoulement à un instant donné.

Selon une première réalisation, l'ouverture non axisymétrique de l'insert peut être masquée au début du tir et jusqu'à un instant donné par



une portion amont de chargement de propergol. Dans le cas d'un chargement de propergol monobloc, l'insert est alors disposé dans le bloc de propergol qui présente un diamètre initial de canal de flux qui s'inscrit dans l'ouverture non axisymétrique dudit insert. Ainsi, tant que la partie
5 amont du bloc n'est pas consommée, l'effet tridimensionnel de l'insert est inopérant.

Dans le cas d'un propulseur renfermant plusieurs blocs de propergol solide, l'insert à ouverture non axisymétrique est disposé en aval d'un bloc de propergol qui présente un diamètre initial de canal de flux qui s'inscrit
10 dans l'ouverture non axisymétrique dudit insert.

Selon un autre type de réalisation, l'apparition de l'ouverture non axisymétrique peut être programmée à un instant donné du tir au moyen d'un insert à géométrie évolutive au cours du tir.

A cet effet, selon une première technique dite "à ablation
15 contrôlée", l'insert comprend une première portion constituée d'un premier matériau et une seconde portion constituée d'un second matériau et délimitant l'ouverture non axisymétrique de l'insert, le second matériau ayant une vitesse d'ablation supérieure à celle du premier matériau. Suivant une autre technique dite "à rupture mécanique contrôlée", l'insert
20 comprend une première portion et une seconde portion délimitant l'ouverture non axisymétrique de l'insert, la seconde portion présentant une résistance mécanique plus faible que la première.

La présente invention propose une solution technique aux problèmes des oscillations de pression d'origine hydrodynamique qui peut
25 être adaptée dans tous moteurs à propergol solide, et ceci sans modification importante de ses performances.

Dans le cas d'un propulseur ayant un chargement de propergol monobloc, l'insert est noyé dans ce dernier.

Dans le cas d'un propulseur ayant un chargement de propergol
30 segmenté en deux blocs ou plus, l'insert peut être disposé entre deux

blocs dans l'espace inter-segments. Lorsque le propulseur à chargement segmenté comprend un bloc dont la face supérieure est inhibée, l'insert peut être avantageusement placé sur la face supérieure dudit bloc afin de réaliser à la fois la fonction de protection thermique (inhibition du bloc) et la fonction de réduction des oscillations de pression.

Selon une caractéristique de l'invention, l'ouverture de l'insert présente une forme en étoile.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'ouverture présente une forme en créneaux.

L'invention a également pour objet un procédé de contrôle des oscillations de pression d'origine hydrodynamique dans un propulseur à propergol solide caractérisé en ce qu'on génère un effet tridimensionnel sur l'écoulement pour empêcher la formation de modes tourbillonnaires axisymétriques au moyen d'un insert disposé dans le propulseur transversalement par rapport à la direction d'écoulement des gaz de combustion, ledit insert comprenant une ouverture de forme non axisymétrique.

Selon des modes de réalisation particulier, l'ouverture non axisymétrique de l'insert peut avoir une forme en étoile ou en créneaux.

L'effet tridimensionnel de l'insert sur l'écoulement peut être produit dès le début du tir ou à partir d'un instant donné du tir en mettant en œuvre les moyens particuliers décrits ci-dessus en relation avec le système de l'invention.

De même, diverses arrangements particuliers de l'insert dans le propulseur en fonction de la configuration du chargement de propergol sont possibles comme décrit ci-dessus pour le système selon l'invention.



Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe d'un exemple de propulseur à propergol solide,
- la figure 2 est une représentation des tourbillons axisymétriques générés dans un propulseur à propergol solide,
- la figure 3 est un schéma général d'un système en boucle fermée pouvant devenir instable,
- la figure 4 est un schéma détaillé de la figure 3 montrant les mécanismes pouvant intervenir dans le système instable considéré dans la présente invention,
- la figure 5 est une vue de face d'un premier mode de réalisation d'un insert selon l'invention,
- la figure 6 est une vue de face d'un deuxième mode de réalisation d'un insert selon l'invention,
- les figures 7A et 7B sont des vues en perspectives montrant l'évolution de la géométrie au cours d'un tir d'un insert bi-composition conformément à un troisième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 8 est une vue en coupe d'un propulseur à propergol solide équipé de l'insert de la figure 5 conformément à un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 9A est une vue en demi-coupe axiale d'une partie d'un propulseur montrant un exemple d'arrangement, selon l'invention, d'un insert dans un propulseur à chargement de propergol monobloc,

- la figure 9B est une vue en demi-coupe axiale d'une partie d'un propulseur montrant un premier exemple d'arrangement, selon l'invention, d'un insert dans un propulseur à chargement de propergol segmenté, et

5 - la figure 9C est une vue en demi-coupe axiale d'une partie d'un propulseur montrant un second exemple d'arrangement d'un insert, selon l'invention, dans un propulseur à chargement de propergol segmenté.

Description détaillée de l'invention

10 La figure 1 représente un propulseur à propergol solide 1 qui comprend un corps 2 et deux fonds: un fond avant 4 et un fond arrière 9 en communication avec une tuyère 5 prolongée par un divergent 6 pour l'éjection des gaz de combustion. Le corps 2 du propulseur renferme un chargement de propergol solide 3 qui a été coulé, en un ou plusieurs
15 blocs, à l'intérieur du corps 2. La combustion du propergol solide est initiée par un allumeur 7 disposé à l'extrémité avant du chargement de propergol solide. Un canal 8 s'étend longitudinalement dans le propulseur pour permettre la circulation du flux d'écoulement. La combustion du bloc de propergol s'établit dans tout le corps 2, de l'avant à l'arrière du
20 propulseur, y compris dans le canal 8.

La nature de l'écoulement dans la chambre de combustion est en général complexe. Au départ, l'écoulement est radial sur la surface du bloc de propergol en combustion pour devenir ensuite longitudinal dans le canal de flux 8 avant d'interagir avec la tuyère de sortie 5.

25 Comme illustré à la figure 2, lors de la combustion, un flux d'écoulement 10 se crée d'amont en aval comme indiqué par la flèche E. Au cours de cette combustion, des éléments structurels du moteur ou des particularités du propergol agissent sur le flux d'écoulement et provoquent un phénomène de détachements tourbillonnaires. Des tourbillons
30 axisymétriques 11 sont alors engendrés dans le propulseur lorsque le flux



s'écoule dans le canal. Ces tourbillons sont à l'origine d'oscillations de pression dans le moteur par le biais de mécanismes qui seront explicités plus loin en relation avec la figure 4.

Ceci définit le type d'instabilité qui est considéré dans la présente invention, à savoir les modes acoustiques longitudinaux excités par une instabilité hydrodynamique longitudinale de l'écoulement. Même si ce champ d'application peut sembler a priori restreint, notamment vis-à-vis des modes tangentiels, radiaux ou de cavité, il couvre cependant la majorité des problèmes d'instabilités rencontrés dans les gros propulseurs à propergol solide tels que les boosters actuels d'Ariane 5, de la navette spatiale américaine ou du lanceur Titan.

La présente invention résulte de l'analyse et de la compréhension de la nature et du processus de l'instabilité.

La figure 3 représente le schéma de base d'un système pouvant être instable. Un tel système peut être schématisé par une boucle fermée constituée d'un ou plusieurs mécanismes excitateurs 21 et d'un ou plusieurs mécanismes de contre-réaction 22. Si les mécanismes 21 et 22 interagissent de façon constructive, c'est-à-dire s'ils présentent des relations de phases adaptées et des amplitudes suffisantes, l'instabilité s'auto-entretient (résonnance) et conduit à des niveaux oscillatoires qui peuvent être importants. La figure 4 correspond à une modélisation détaillée du système instable de la figure 3 décrite en termes de mécanismes physiques susceptibles d'intervenir pour le type d'instabilité considéré dans la présente invention, c'est-à-dire une instabilité hydrodynamique longitudinale de l'écoulement. Les blocs 30 et 31 représentent les mécanismes de contre-réaction présents dans le cas d'un mode longitudinal. Ces mécanismes permettent le rebouclage dans le propulseur en faisant remonter les perturbations de l'aval vers l'amont. Comme illustré dans les blocs 30 et 31 respectivement, la contre-réaction

peut être initiée par des ondes acoustiques (bloc 30) ou par des vibrations transmises par la structure (bloc 31).

En ce qui concerne les mécanismes excitateurs, représentés par les blocs 41 à 49, qui sont à considérer dans le sens de l'écoulement E d'amont en aval dans le moteur, on trouve tout d'abord les blocs 41 et 42 qui correspondent aux sources d'émission à l'origine de l'excitation. Ces sources sont formées par des détachements de tourbillons issus soit de la paroi du propergol (bloc 41), soit d'un obstacle inerte dans l'écoulement ou d'un angle de propergol (bloc 42). Ces différents types d'émissions tourbillonnaires peuvent co-exister.

Les tourbillons générés vont ré-injecter de l'énergie dans les mécanismes de contre-réaction par l'intermédiaire d'interactions qui peuvent être de natures diverses. Ces interactions peuvent être des interactions entre des tourbillons et la combustion (bloc 43) qui conduisent à un dégagement de chaleur instationnaire (bloc 48) source d'énergie acoustique (bloc 46), des interactions entre les tourbillons et la paroi du propulseur (bloc 44) qui sont aussi une source d'énergie acoustique (bloc 46), ou bien des interactions entre les tourbillons et la tuyère (bloc 45) qui sont à la fois sources d'énergie acoustique (bloc 46) et de poussée instationnaire (bloc 49). Enfin, l'acoustique générée par l'ensemble des phénomènes peut aussi contribuer à ré-injecter de l'énergie dans la dynamique de la structure. Le champ acoustique génère également une poussée instationnaire.

Une instabilité peut exister dans le propulseur sans qu'elle implique l'ensemble des mécanismes physiques décrits ci-dessus. Il suffit qu'une boucle soit fermée par un des chemins proposés, avec des relations de phase et d'amplitude adéquates entre les différents mécanismes, pour qu'une instabilité apparaisse.

Par conséquent, au vu de la modélisation du système d'instabilité de la figure 4, on déduit que le contrôle de l'instabilité peut s'opérer de



différentes façons. Plus précisément, trois principes d'actions sont possibles. Le premier consiste à "casser" la relation de phase constructive entre les mécanismes, comme par exemple en modifiant les modes propres mécaniques du propulseur si ce mécanisme intervient. Un second
5 principe peut être basé sur la limitation de l'amplitude d'un des mécanismes de la boucle en utilisant par exemple des dispositifs amortisseurs ou absorbants. Enfin, le troisième principe consiste à supprimer le ou les mécanismes excitateurs, en agissant sur la source de l'instabilité.

10 Les principes de contrôle envisageables étant déterminés, le principe retenu selon l'invention permet de contrôler l'instabilité considérée tout en minimisant les modifications structurelles sur le propulseur et les risques d'apparition d'une autre instabilité. De plus, pour éviter toute altération des performances du moteur et pour des raisons de
15 fiabilité, le système de contrôle mis en œuvre selon l'invention est formé à partir d'éléments passifs.

Ainsi, si le contrôle de l'instabilité s'accompagne d'une modification du propulseur, l'impact doit être aussi limité que possible vis-à-vis de la fabrication du propulseur, d'une part, et des performances de celui-ci,
20 d'autre part. De plus, les moyens de contrôle mis en œuvre ne doivent pas non plus conduire à l'apparition d'une autre instabilité qui serait plus préjudiciable pour le moteur que celle que l'on veut supprimer. On introduit ici l'idée de robustesse du principe de contrôle sélectionné dans la présente invention. Par exemple, un système de contrôle passif des
25 oscillations de pression sur le premier mode acoustique longitudinal des moteurs doit absolument éviter d'exciter les deuxième et troisième modes acoustiques du moteur en raison des problèmes de couplage avec les éléments structuraux du moteur.

Aussi, en partant de l'analyse des figures 2, 3 et 4 et en tenant
30 compte des exigences décrites ci-dessus, le principe de contrôle selon

l'invention a été sélectionné. Il consiste à "casser" la boucle d'instabilité en empêchant la création des modes tourbillonnaires axisymétriques, à savoir les détachements tourbillonnaires issus de la paroi du moteur, d'obstacles inertes dans l'écoulement ou d'un angle de propergol (blocs 41 et 42 de la figure 4). On agit ici au niveau d'un élément incontournable dans la boucle d'instabilité. En effet, ces modes tourbillonnaires sont un point de passage obligé quel que soit le chemin envisagé dans la boucle.

La solution de la présente invention consiste donc à insérer dans l'écoulement un dispositif de forme adaptée qui va créer un effet tridimensionnel sur l'écoulement afin d'empêcher le développement du mode tourbillonnaire axisymétrique. Bien que le dispositif qui génère l'effet tridimensionnel peut être disposé n'importe où dans le moteur, il est de préférence placé près des zones du moteur où sont générés les tourbillons qui sont à la source des instabilités.

Cet effet tridimensionnel peut être obtenu par interposition d'un insert dans l'écoulement comme illustré en figure 8 qui montre un propulseur 61 comprenant un corps 62 renfermant un chargement de propergol solide 63 dans lequel est disposé un insert 100 à ouverture non axisymétrique fixe 101. L'ouverture non axisymétrique 101 de l'insert 100 génère un effet tridimensionnel sur l'écoulement E qui va briser la cohérence du mode tourbillonnaire axisymétrique impliqué dans l'instabilité.

L'insert selon l'invention peut présenter différentes formes d'ouverture. La figure 5 montre un premier mode de réalisation d'un insert 100 selon l'invention. L'insert 100 présente une ouverture 101 ménagée en forme d'étoile 102. La figure 6 illustre un second exemple de réalisation d'un insert 200 dont l'ouverture 201 présente une forme en créneaux 202. Ainsi, les parties saillantes présentes dans les ouvertures 101 et 201 vont perturber la symétrie de l'écoulement.



Ces deux exemples d'inserts ne sont pas exhaustifs des formes d'ouvertures qui peuvent être ménagées dans l'insert selon l'invention. De manière plus générale, tout insert comprenant une ouverture de forme non axisymétrique est susceptible de créer un effet tridimensionnel sur
5 l'écoulement pour briser la symétrie de celui-ci et prévenir toute formation de tourbillons axisymétriques. Le choix de la géométrie non axisymétrique de l'ouverture dépendra du degré d'efficacité de l'effet tridimensionnel que l'on souhaite obtenir sur l'écoulement ainsi que de la technologie retenue.

L'effet tridimensionnel généré par l'insert peut être mis en œuvre
10 pendant toute la durée du tir ou à partir d'un instant donné du tir.

Dans le premier cas, l'ouverture non axisymétrique de l'insert est présente dans le canal d'écoulement dès le début du tir. L'insert peut alors être constitué d'un matériau composite rigidimère.

Dans le second cas, l'effet tridimensionnel n'est pas généré dès le
15 début du tir. On observe en effet, dans de nombreux cas, que les oscillations de pression n'apparaissent qu'à partir d'un instant donné au cours du fonctionnement du moteur. Par conséquent, il peut être mis en œuvre des inserts dont l'effet tridimensionnel ne serait opérationnel qu'à partir d'un instant déterminé après le début du tir, lorsque l'instabilité
20 observée est susceptible d'apparaître. L'effet persiste ensuite jusqu'à la fin du tir ou au moins sur une période correspondant à la plage d'apparition des instabilités. La présente invention propose plusieurs solutions techniques pour masquer provisoirement l'ouverture non axisymétrique de l'insert en début de tir afin d'inhiber provisoirement l'effet tridimensionnel.

25 Une première solution consiste à utiliser une portion (chargement de propergol monobloc) ou un bloc (chargement de propergol segmenté en plusieurs blocs) de propergol en amont de l'insert dans le propulseur, la portion ou le bloc en amont définissant un canal de flux d'écoulement dont le diamètre initial s'inscrit totalement dans l'ouverture de l'insert à
30 effet tridimensionnel. Ainsi, au début de la combustion, l'effet

tridimensionnel de l'insert disposé en aval est inopérant. En effet, le diamètre initial du canal de flux du bloc de propergol masque la géométrie non axisymétrique de l'ouverture de l'insert. Après un certain temps de combustion, le bloc régresse radialement en faisant apparaître progressivement la géométrie non axisymétrique de l'ouverture de l'insert. L'effet tridimensionnel se déclenche alors et commence à influencer l'écoulement.

Selon une autre solution, l'ouverture non axisymétrique de l'insert peut être provisoirement masquée en début de tir grâce à un insert à géométrie évolutive. Plus précisément, selon l'invention, l'insert présente en début de tir une forme axisymétrique, puis, à un instant déterminé, révèle une ouverture non axisymétrique par évolution de sa géométrie en cours de tir. A cet effet, un premier exemple de réalisation selon la présente invention consiste à fabriquer un insert bi-composition à ablation ou érosion maîtrisée. Les figures 7A et 7B illustrent le fonctionnement d'un tel insert. La figure 7A montre un insert 300 dans sa configuration géométrique initiale adaptée pour le début du tir. L'insert 300 est formé d'un disque 301 qui comprend deux portions 302 et 303 constituées de matériaux différents (bi-composition). Dans cette configuration, l'insert 300 présente une ouverture 304 circulaire (i.e. axisymétrique) pour permettre le passage du flux d'écoulement sans effet tridimensionnel. La portion 303 (ici en traits discontinus) du disque est formée en un matériau dit à "ablation" (i.e. à destruction progressive par décomposition, fusion, érosion, sublimation ou vaporisation). Ainsi, le matériau constitutif de la portion 303 va être consommé, par érosion chimique avec les gaz de combustion par exemple, plus rapidement que le matériau constituant la portion 302 au cours du tir pour donner à l'insert une nouvelle géométrie telle qu'illustrée à la figure 7B. Sur cette figure, l'insert 300 ne comprend plus que la portion 302, la portion 303 ayant été totalement consommée. A ce moment, le disque 301 présente alors une ouverture 305 dont la



forme, ici une étoile à cinq branches, va produire l'effet tridimensionnel sur l'écoulement afin d'empêcher la formation du mode tourbillonnaire axisymétrique. Le matériau constitutif de la portion 303 est sélectionné en fonction de sa vitesse d'ablation pour que l'apparition de l'ouverture 305
5 coïncide avec le moment où l'effet tridimensionnel doit être mis en oeuvre, c'est-à-dire au moment de l'apparition de l'instabilité liée aux modes tourbillonnaires axisymétriques. De même que pour les inserts à ouverture fixe décrits plus haut, les formes envisageables pour la portion 303 donnant l'ouverture 305 peuvent être variées à la condition qu'elles soient
10 non axisymétriques.

Encore selon le principe de géométrie évolutive de l'insert en cours de tir, l'apparition de l'ouverture axisymétrique peut être obtenue en cours de tir au moyen d'un insert à rupture mécanique contrôlée. Pour cela, la portion de l'insert, comme la portion 303 de la figure 7A, qui doit être
15 enlevée en cours de tir pour faire apparaître l'ouverture non axisymétrique, présentera une épaisseur réduite par rapport au reste de l'insert. De la même façon, le détachement de la portion 303 peut être facilité par un affaiblissement de structure, tel qu'un poinçonnage, réalisé le long de la frontière de la portion avec le reste de l'insert.

20 Le matériau à vitesse d'ablation élevée utilisé pour former des portions consommables dans l'insert, comme la portion 303 de la figure 7A, peut être par exemple un matériau du type composite élastomère.

Pour les inserts ou les portions de celui-ci qui doivent résister plus longtemps, un matériau du type composite rigidimère thermostructural ou
25 élastomère renforcé peut être utilisé.

La présente invention propose une solution technique qui peut être adaptée dans tous moteurs à propergol solide qui présentent des instabilités du domaine de l'invention, et ceci sans modification importante de leurs performances.

Les figures 9A, 9B et 9C illustrent des exemples d'intégration du dispositif de l'invention.

Sur la figure 9A, un propulseur 70 comprend un chargement de propergol constitué d'un seul bloc 71. Dans ce propulseur ayant un
5 chargement de propergol monobloc, un insert 72 est intégré dans le bloc 71. Dans ce cas, la géométrie de l'insert peut être fixe, c'est à dire présenter une ouverture non axisymétrique dès le départ, l'ouverture étant présente dans l'écoulement dès le début du tir ou apparaissant à partir d'un instant donné par la régression radiale du bloc de propergol.
10 Alternativement, l'effet tridimensionnel de l'insert peut être opérationnel seulement à partir d'un instant déterminé du tir par utilisation d'un insert à géométrie évolutive grâce à une ablation ou rupture mécanique contrôlée comme décrite ci-dessus.

La figure 9B illustre le cas d'un propulseur 80 ayant un chargement
15 de propergol segmenté en au moins deux blocs 81 et 82. Dans ce type de propulseur, un insert 83 peut être disposé entre les deux blocs 81 et 82 dans l'espace inter-segments. La géométrie de l'insert 83 peut être fixe et éventuellement provisoirement masquée avant la régression radiale du bloc de propergol 81. Alternativement, l'effet tridimensionnel de l'insert
20 peut être opérationnel seulement à partir d'un instant donné par utilisation d'un insert à géométrie évolutive grâce à une ablation ou rupture mécanique contrôlée comme décrite ci-dessus.

La figure 9C se rapporte à un propulseur 90 à chargement de propergol segmenté en plusieurs blocs 91 et 92 dont au moins un bloc (ici
25 bloc 92) est inhibé pour être protégé de la combustion. Le bloc inhibé 92 comprend alors une protection thermique frontale disposée sur la face avant de celui-ci. Conformément à une application avantageuse de l'invention, un insert 93 peut être placé sur la face supérieure dudit bloc à la place de la protection thermique afin de réaliser à la fois la fonction de
30 protection thermique (inhibition du bloc) et la fonction de réduction des



oscillations de pression. Dans ce type d'application, on utilisera de préférence un insert à géométrie évolutive car, a priori, la forme du bloc inhibé est différente d'une forme non axisymétrique recherchée pour le contrôle des oscillations de pression.

5 Ainsi, l'invention propose un système de contrôle passif relativement simple qui permet de garantir de façon fiable l'absence d'instabilités hydrodynamiques longitudinales dans l'écoulement. En effet, le système proposé présente une bonne robustesse puisqu'il agit directement sur la source de l'instabilité, à savoir les émissions
10 tourbillonnaires axisymétriques qui se créent dans les gros propulseurs à propergol solide. De plus, son application dans les moteurs existants est relativement aisée en raison des multiples techniques d'intégration de l'insert dans le chargement et des diverses possibilités de mise en œuvre de l'effet tridimensionnel proposées.

15

REVENDECATIONS

1. Système de contrôle passif des oscillations de pression d'origine hydrodynamique dans un propulseur (1) à propergol solide comprenant un corps (2) renfermant un chargement de propergol solide (3), caractérisé en qu'il comprend au moins un insert (100) disposé dans ledit corps du propulseur transversalement par rapport à un canal d'écoulement (8) des gaz de combustion ménagé dans le chargement de propergol solide, ledit insert comprenant une ouverture (101) de forme non axisymétrique de manière à générer un effet tridimensionnel sur l'écoulement pour empêcher la formation de modes tourbillonnaires axisymétriques dans le propulseur.
2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite ouverture non axisymétrique (101) de l'insert (100) est présente dans le canal d'écoulement (8) pendant toute la durée de combustion du chargement de propergol solide (3).
3. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'insert (100) est formé en un matériau composite rigidimère.
4. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite ouverture non axisymétrique de l'insert apparaît dans le canal d'écoulement (8) à partir d'un instant prédéterminé de la combustion du chargement de propergol solide (3).
5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'insert comprend une ouverture dont la géométrie évolue entre une forme



axisymétrique en début de combustion et une forme non axisymétrique à partir d'un instant prédéterminé de la combustion.

5 6. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'insert (300) à géométrie évolutive comprend une première portion (302) constituée d'un premier matériau et une seconde portion (303) constituée d'un second matériau et délimitant l'ouverture non axisymétrique (305) de l'insert, ledit second matériau ayant une vitesse d'ablation supérieure à celle du premier matériau.

10

7. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'insert à géométrie évolutive comprend une première portion et une seconde portion délimitant l'ouverture non axisymétrique de l'insert, ladite seconde portion présentant une résistance mécanique plus faible que ladite première portion.

15

8. Système selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que ledit insert est formé en un matériau composite élastomère ou en matériau composite comprenant de l'élastomère et du rigidimère.

20

9. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'une partie du chargement de propergol placée en amont de l'insert (100) à ouverture non axisymétrique présente un diamètre initial de canal de flux qui s'inscrit dans l'ouverture non axisymétrique dudit insert.

25

10. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce le corps du propulseur contient un seul bloc de propergol solide (71), l'insert (72) à ouverture non axisymétrique étant disposé à l'intérieur dudit bloc.

30

11. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le corps du propulseur contient un chargement de propergol segmenté en plusieurs blocs (81, 82), l'insert (83) à ouverture non axisymétrique étant disposé dans l'espace inter-segment ménagé
5 entre deux blocs successifs.

12. Système selon l'une quelconque des revendications 1 et 4 à 9, caractérisé en ce que le corps du propulseur contient un chargement de propergol segmenté en plusieurs blocs (91, 92) avec au moins un bloc
10 inhibé, l'insert (93) à ouverture non axisymétrique étant disposé sur la face supérieure du bloc inhibé (92).

13. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que ladite ouverture (101) de l'insert présente une forme
15 d'étoile (102).

14. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que ladite ouverture (201) présente une forme en créneaux (202).
20

15. Procédé de contrôle des oscillations de pression d'origine hydrodynamique dans un propulseur (1) à propergol solide caractérisé en ce qu'on génère un effet tridimensionnel sur l'écoulement pour empêcher la formation de modes tourbillonnaires axisymétriques au moyen d'un
25 insert (100) disposé dans le propulseur transversalement par rapport à un canal d'écoulement des gaz de combustion (8) ménagé dans le propulseur, ledit insert comprenant une ouverture de forme non axisymétrique (101).



16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'effet tridimensionnel sur l'écoulement est généré pendant toute la durée de combustion du chargement de propergol solide (3).

5 17. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'effet tridimensionnel sur l'écoulement est généré à partir d'un instant prédéterminé de la combustion du chargement de propergol solide (3).

10 18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'effet tridimensionnel sur l'écoulement est généré à partir d'un instant prédéterminé au moyen d'un insert qui comprend une ouverture dont la géométrie évolue entre une forme axisymétrique en début de combustion et une forme non axisymétrique à un instant prédéterminé de la combustion.

15 19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'insert à géométrie évolutive comprend une première portion (302) constituée d'un premier matériau et une seconde portion (303) constituée d'un second matériau et délimitant l'ouverture non axisymétrique (305) de
20 l'insert, ledit second matériau ayant une vitesse d'ablation supérieure à celle du premier matériau.

25 20. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'insert à géométrie évolutive comprend une première portion et une seconde portion délimitant l'ouverture non axisymétrique de l'insert, ladite seconde portion présentant une résistance mécanique plus faible que ladite première portion.

30 21. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'effet tridimensionnel sur l'écoulement est généré à partir d'un instant

prédéterminé de la combustion au moyen d'une partie du chargement de propergol placée en amont de l'insert (100) à ouverture non axisymétrique et qui présente un diamètre initial de canal de flux qui s'inscrit dans l'ouverture non axisymétrique dudit insert.

5

22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 21, caractérisé en ce le corps du propulseur contient un seul bloc de propergol solide (71), l'insert (73) à ouverture non axisymétrique étant disposé à l'intérieur du bloc.

10

23. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 21, caractérisé en ce que le corps du propulseur contient un chargement de propergol segmenté en plusieurs blocs (81, 82), l'insert (83) à ouverture non axisymétrique étant disposé dans l'espace inter-segment ménagé entre deux blocs successifs.

15

24. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 et 17 à 21, caractérisé en ce que le corps du propulseur contient un chargement de propergol segmenté en plusieurs blocs (91, 92) avec au moins un bloc inhibé, l'insert (93) à ouverture non axisymétrique étant disposé sur la face supérieure du bloc inhibé (92).

20

25. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 24, caractérisé en ce que ladite ouverture (101) de l'insert présente une forme d'étoile (102).

25

26. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 24, caractérisé en ce que ladite ouverture (201) présente une forme en créneaux (202).

30

prédéterminé de la combustion au moyen d'une partie du chargement de propergol placée en amont de l'insert (100) à ouverture non axisymétrique et qui présente un diamètre initial de canal de flux qui s'inscrit dans l'ouverture non axisymétrique dudit insert.

5

22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 21, caractérisé en ce le corps du propulseur contient un seul bloc de propergol solide (71), l'insert (72) à ouverture non axisymétrique étant disposé à l'intérieur du bloc.

10

23. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 21, caractérisé en ce que le corps du propulseur contient un chargement de propergol segmenté en plusieurs blocs (81, 82), l'insert (83) à ouverture non axisymétrique étant disposé dans l'espace inter-segment ménagé entre deux blocs successifs.

15

24. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 et 17 à 21, caractérisé en ce que le corps du propulseur contient un chargement de propergol segmenté en plusieurs blocs (91, 92) avec au moins un bloc inhibé, l'insert (93) à ouverture non axisymétrique étant disposé sur la face supérieure du bloc inhibé (92).

20

25. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 24, caractérisé en ce que ladite ouverture (101) de l'insert présente une forme d'étoile (102).

25

26. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 24, caractérisé en ce que ladite ouverture (201) de l'insert présente une forme en créneaux (202).

30

1/5

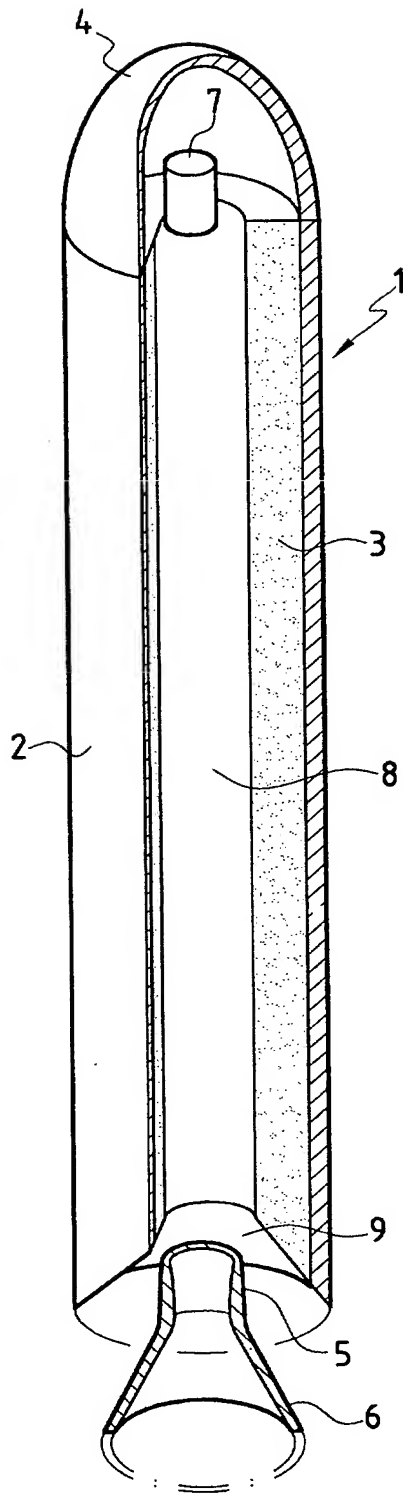


FIG.1
ART ANTERIEUR

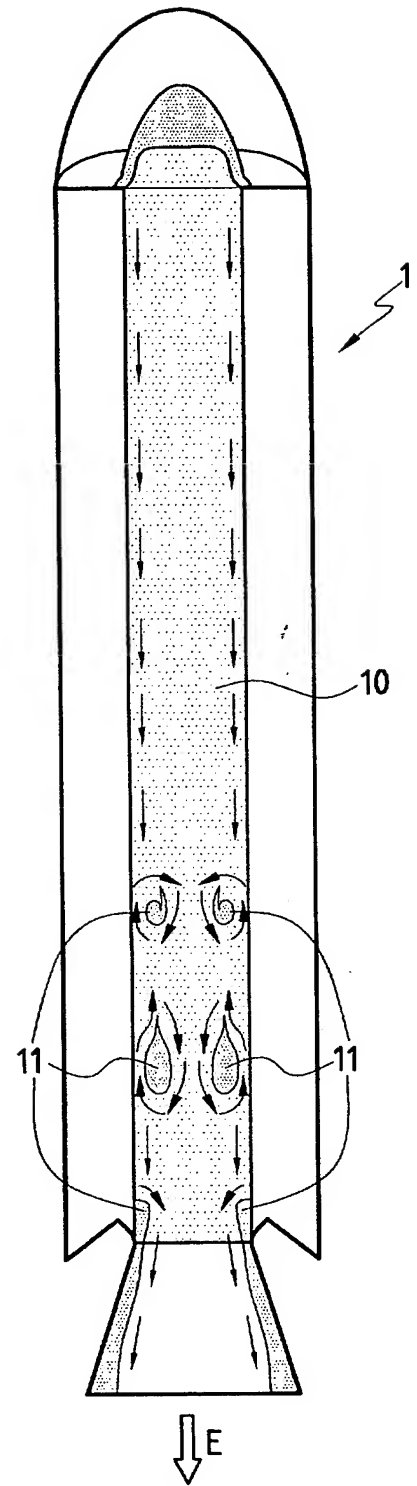


FIG.2

2/5

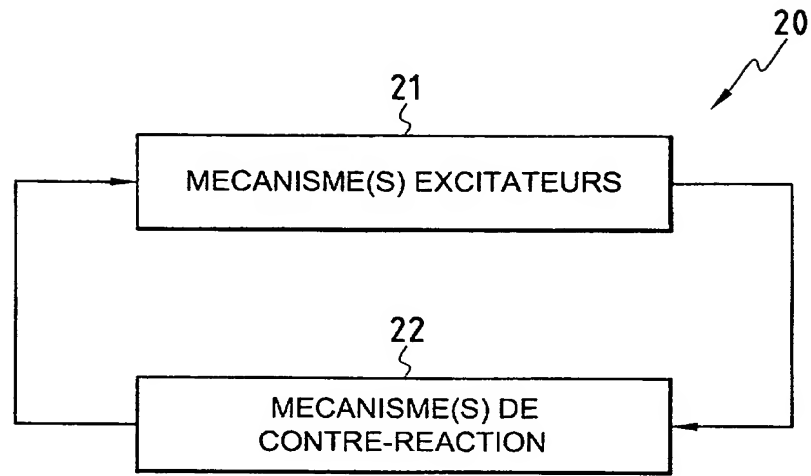


FIG.3

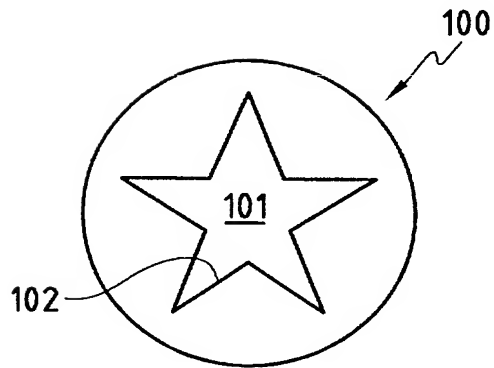


FIG.5

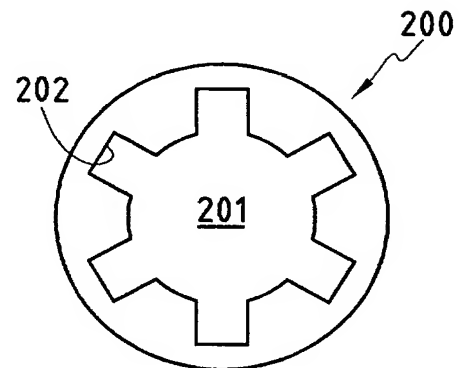


FIG.6

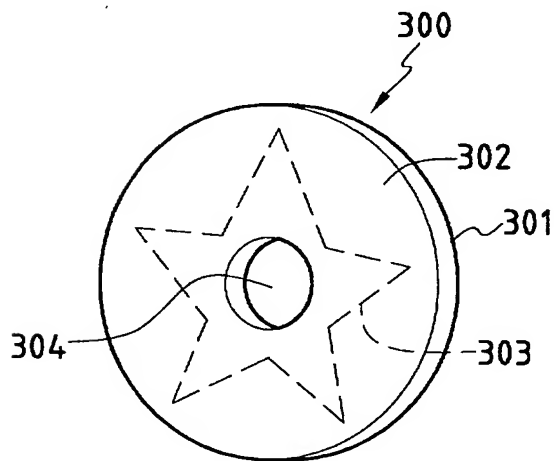


FIG.7A

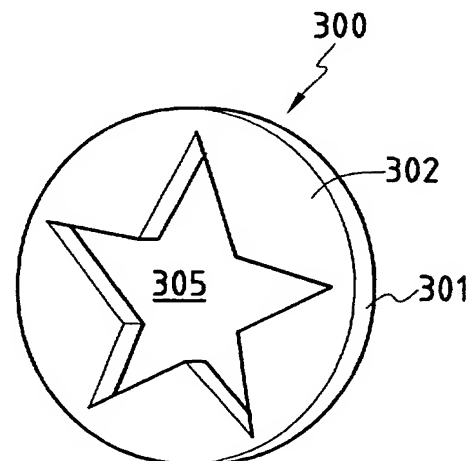
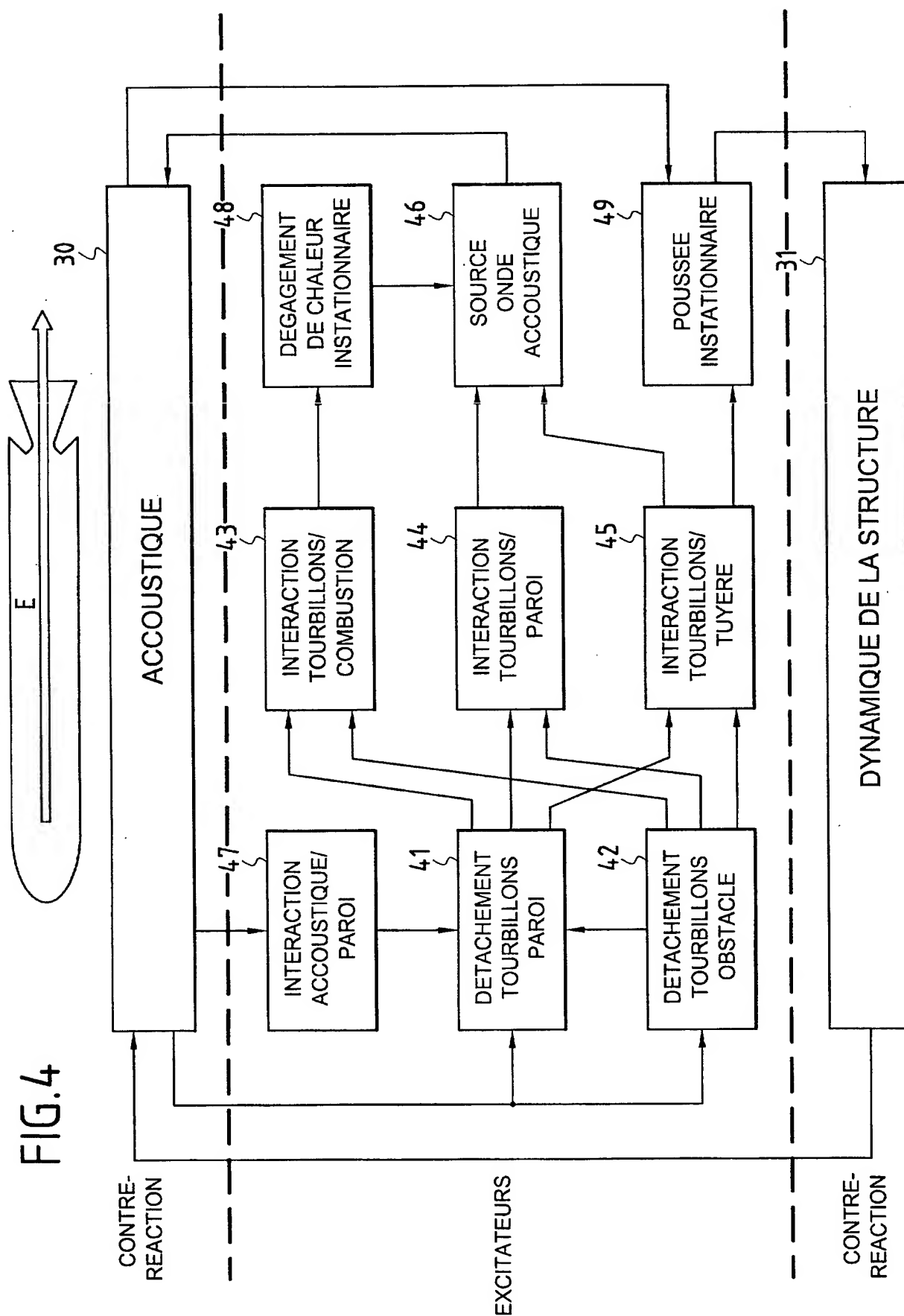


FIG.7B



4/5

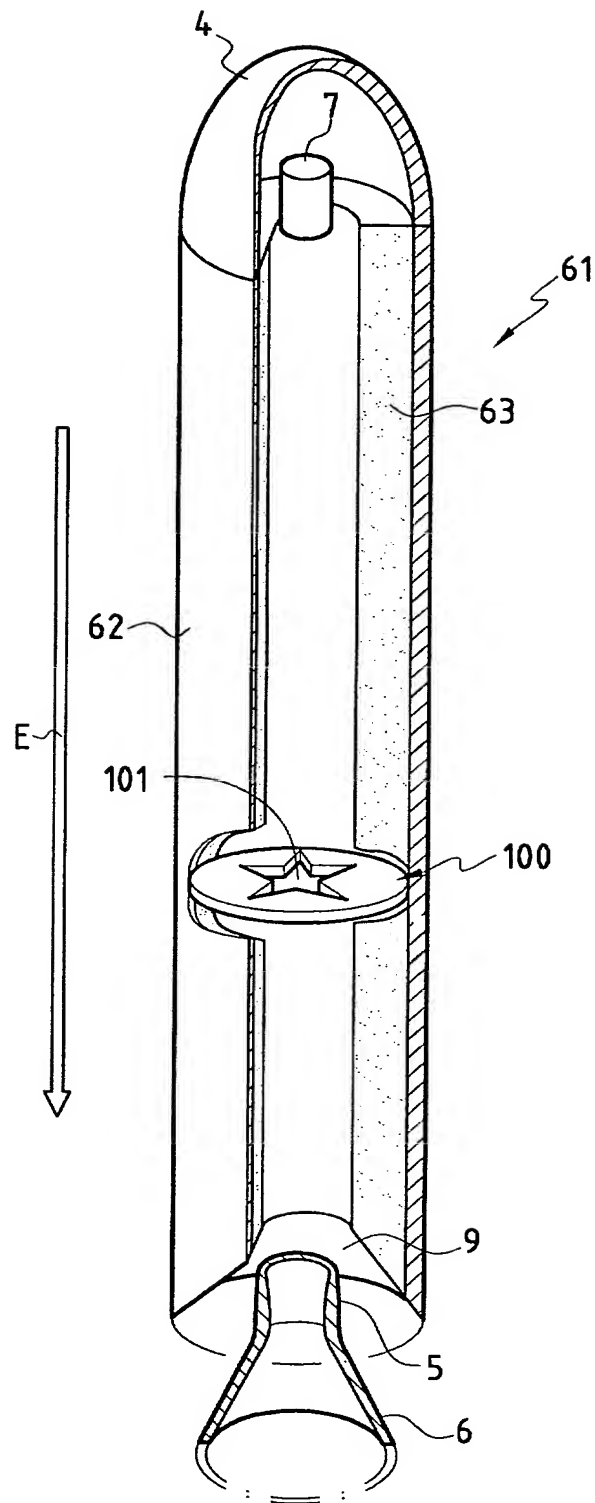


FIG.8

5/5

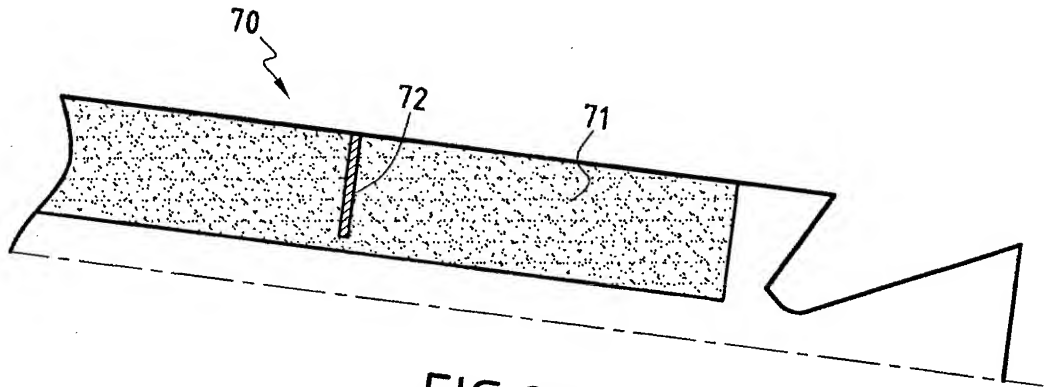


FIG. 9A

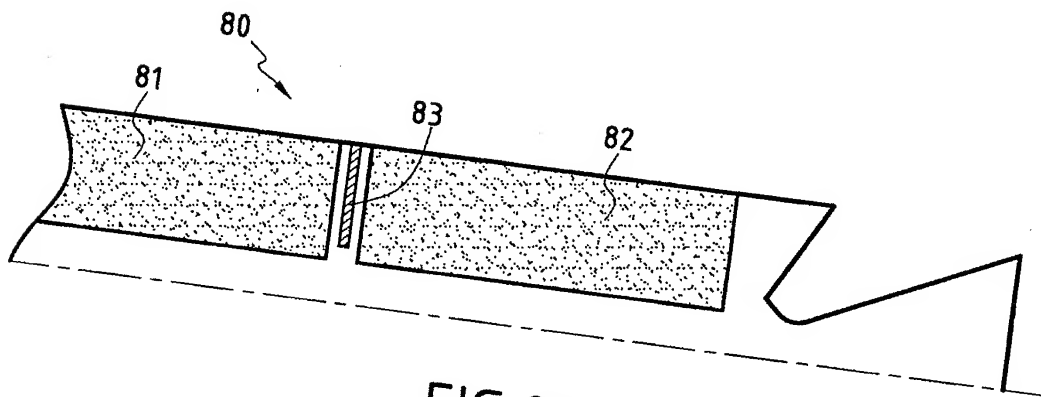


FIG. 9B

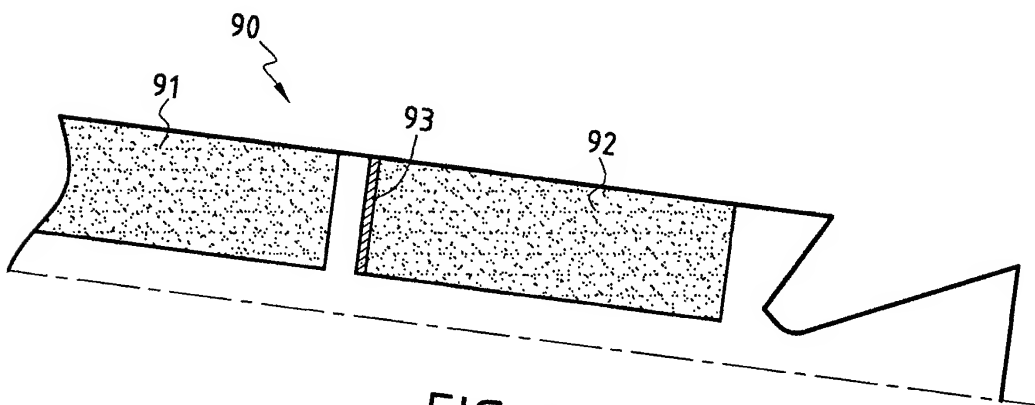


FIG. 9C



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 3..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 2608

Vos références pour ce dossier (facultatif)	1H272700/646FR/PLD/FB(AL)
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	02 11301

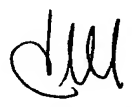

TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

Système et procédé de contrôle des oscillations de pression d'origine hydrodynamique pour propulseur à propergol solide

LE(S) DEMANDEUR(S) :

SNECMA PROPULSION SOLIDE

DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).

Nom		LE HELLEY	
Prénoms		Philippe	
Adresse	Rue	9, rue Romy Schneider	
	Code postal et ville	33600	PESSAC
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		JACQUES	
Prénoms		Louis	
Adresse	Rue	14 Allée des pins	
	Code postal et ville	33600	ST MEDARD EN JALLES
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		MAGNIERE	
Prénoms		Christophe	
Adresse	Rue	6 square Isatis	
	Code postal et ville	33700	MERIGNAC
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Paris, le 23 mai 2003 CABINET BEAU DE LOMENIE Jean-Jacques JOLY CPI N° 92-1123		Paris, le 23 mai 2003   cabinet beau de lomenie 158, rue de l'Université 75340 PARIS ÉDEX 07	



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11235*02

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 2. / 3..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		1H272700/646FR/PLD/FB(AL)	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		02 11301	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Système et procédé de contrôle des oscillations de pression d'origine hydrodynamique pour propulseur à propergol solide			
LE(S) DEMANDEUR(S) : SNECMA PROPULSION SOLIDE			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inv nteurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		UHRIG	
Prénoms		Gilles	
Adresse	Rue	3 Allée Brumaire	
	Code postal et ville	33115	PYLA SUR MER
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		BONDON	
Prénoms		Bernard	
Adresse	Rue	Appt 31 - 3 Allée San Marco	
	Code postal et ville	33700	MERIGNAC
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		TRICOT	
Prénoms		Jean-Claude	
Adresse	Rue	138, avenue de Saint Emilion	
	Code postal et ville	33127	MARTIGNAS
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Paris, le 23 mai 2003 CABINET BEAU DE LOMENIE Jean-Jacques JOLY CPI N° 92-1123		Paris, le 23 mai 2003 Cabinet beau de lomenie 158, rue de l'Université 75340 PARIS ÉDEX 07	



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

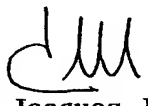

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 3. / 3..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		1H272700/646FR/PLD/FB(AL)	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		02 11301	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Système et procédé de contrôle des oscillations de pression d'origine hydrodynamique pour propulseur à propergol solide			
LE(S) DEMANDEUR(S) : SNECMA PROPULSION SOLIDE			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		BOURY	
Prénoms		Didier	
Adresse	Rue	4, rue Charles Voisin	
	Code postal et ville	33160	ST MEDARD EN JALLES
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Paris, le 23 mai 2003 CABINET BEAU DE LOMENIE Jean-Jacques JOLY CPI N° 92-1123		Paris, le 23 mai 2003  Jean-Jacques JOLY  cabinet beau de lomenie 158, rue de l'Université 75340 PARIS ÉDEX 07	